

Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembeduman Pada Tanah Basah, Tanah Berpasir dan Tanah Ladang

Sudaryanto

Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
Jl. SM. Raja Teladan, Medan

Abstrak

Sistem pembeduman memegang peranan yang sangat penting dalam sistem pada peralatan-peralatan listrik. Nilai tahanan pembeduman yang kecil sangat dianjurkan pada sistem pembeduman. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pembeduman yang kecil yaitu letak elektroda batang yang akan ditanam, untuk mengetahui nilai pembeduman tersebut maka diperlukan pengukuran. Salah satu unsur yang perlu diperhatikan dalam pengukuran suatu sistem pembeduman adalah kondisi tanah di daerah dimana sistem pembeduman tersebut akan dipasang. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan menggunakan metode tiga titik dengan menancapkan elektroda batang tunggal di tanah pada kondisi tanah yang berbeda-beda dan lokasi yang berbeda juga. Pengukuran tahanan pembeduman dilakukan di daerah Tanjung Morawa Kabupaten Deli Serdang dan Marelان Pasar 1 Tengah Tanah 600 Medan Marelان. Di mana hasil pengukuran untuk kondisi tanah yang berbeda dengan kedalaman yang sama yaitu 100 cm diperoleh harga tahanan pembeduman untuk tanah kering (ladang) sebesar 46 Ohm, tanah berbatu kerikil sebesar 210 Ohm dan di parit berair sebesar 12 Ohm. Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa nilai tahanan pembeduman sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda batang tunggal yang ditanam dan kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam, serta diperoleh harga tahanan yang paling kecil di parit berair.

Kata-kata Kunci: Elektroda Batang, Tahanan Pembeduman, Kedalaman penanaman, Tanah

Pendahuluan

Sistem pembeduman memegang peranan yang sangat penting dalam sistem proteksi. Sistem pembeduman digunakan sebagai jalur pelepasan arus gangguan ke tanah. Menurut fungsinya pembeduman dibedakan menjadi dua, yaitu pembeduman titik netral sistem tenaga listrik dan pembeduman peralatan. Pembeduman netral sistem tenaga listrik berfungsi sebagai pengaman sistem atau jaringan, sedangkan pada pembeduman peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap tegangan sentuh.

Pembeduman mula-mula dilakukan dengan menanamkan batang-batang konduktor tegak lurus ke permukaan tanah (vertikal). Tetapi kemudian orang menggunakan batang-batang konduktor sejajar dengan permukaan tanah dengan kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah. Hal ini dilakukan mula-mula karena pada suatu daerah yang berbatu tidak dapat menanamkan elektroda pembeduman ke dalam. Setelah diselidiki lebih lanjut ternyata pembeduman dengan sistem penanaman horizontal dengan bentuk kisi-kisi (grid) mempunyai keuntungan-keuntungan dibandingkan dengan pembeduman yang memakai batang-batang vertikal. Sistem pembeduman batang vertikal masih banyak digunakan pada gardu

induk, dan juga merupakan teori dasar dari sistem pembeduman.

Tinjauan Pustaka

Sistem pembeduman atau biasa disebut sebagai grounding sistem adalah sistem pengamanan terhadap peralatan-peralatan yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik terutama akibat sambaran petir. Sistem pembeduman digambarkan sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi.

Sistem pembeduman yang digunakan baik untuk pembeduman netral dari suatu sistem tenaga listrik, pembeduman sistem penangkal petir dan pembeduman untuk suatu peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pembeduman tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum/awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam memprediksikan nilai dari suatu hambatan pembeduman. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem pembeduman adalah hambatan sistem dari suatu sistem pembeduman tersebut.

Untuk mengetahui nilai-nilai hambatan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara

langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pembumian karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama.

Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman tertentu tergantung pada beberapa faktor yaitu :

- Jenis tanah : liat, berpasir, berbatu dan lain-lain
- Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau sejenis
- Komposisi kimia dari larutan garam dalam kandungan air
- Kelembaban, temperature & kepadatan tanah

Jenis tanah, seperti berpasir, berbatu, tanah liat dan lain-lain mempengaruhi besar tahanan jenis. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) tahanan jenis tanah dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahanan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ω -m)
Tanah Rawa	30
Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
Pasir Basah	200
Kerikil Basah	500
Pasir dan Kerikil kering	1000
Tanah Berbatu	3000

Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan rangkaian listrik adalah pembumian. Pembumian adalah suatu usaha untuk mengadakan hubungan dengan tanah (bumi) menggunakan penghantar dan elektroda tanah.

Pembumian yang baik pada gardu sangat penting untuk keamanan dan keandalan operasional sistem tenaga. Apabila suatu pengamanan/perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pembumian yang dirancang dengan baik dan benar. Agar sistem pembumian dapat bekerja dengan efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan dengan menggunakan rangkaian efektif.
2. Sistem pembumian dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge currents).
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.

4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun harus dapat menyalurkan arus gangguan dengan baik.

Secara umum sistem pembumian dibagi atas dua bagian yaitu pembumian sistem dan pembumian peralatan. Pembumian sistem adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu titik penghantar arus dari suatu sistem. Pada umumnya titik tersebut adalah titik netral dari mesin-mesin listrik arus putar seperti generator, motor, dan transformator. Sedangkan pembumian peralatan adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk bagian-bagian yang tidak membawa arus dari sistem. Bagian-bagian ini adalah semua logam yang dekat dengan sistem yang membawa arus. Pembumian ini berfungsi sebagai pengamanan terhadap kemungkinan kebocoran arus dari suatu sistem.

Jenis-Jenis Sistem Pembumian

Sistem pembumian yang menggunakan elektroda pembumian yang ditanam langsung ke dalam tanah terdiri dari beberapa macam cara, antara lain: jenis pembumian rod (batang), jenis pembumian grid, pembumian kombinasi grid-rod.

Tahanan Pembumian

Tahanan kutub pembumian selanjutnya disebut tahanan pembumian adalah seluruh tahanan listrik yang dimiliki sistem pembumian idealnya tahanan pembumian adalah 0 (nol), namun karena mencapainya sulit, maka sebagai referensi, untuk gedung maksimum 5 Ohm.

Pembumian Rod (batang)

Pada pembumian rod ini, batang-batang elektroda ditanam tegak lurus dengan permukaan tanah. Bila elektroda rod tersebut dialiri arus gangguan ke tanah ketika daerah perumahan terjadi gangguan tanah, maka arus tersebut akan menyebar atau mengalir ke tanah dan akan mengakibatkan naiknya beda potensial pada permukaan tanah. Makin jauh dari elektroda tersebut, penyebaran arus semakin luas, sehingga kepadatan arusnya juga semakin berkurang.

Elektroda tanah adalah penghantar yang ditanam di dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Hambatan arus melewati sistem elektroda tanah mempunyai tiga komponen yaitu :

1. Tahanan pasaknya sendiri dan sambungan-sambungannya
2. Tahanan kontak antara pasak dengan tanah sekitar
3. Tahanan tanah sekelilingnya

Metodologi

Untuk mengetahui apakah suatu tahanan pembumian sesuai dengan standar, maka diperlukan pengukuran tahanan pembumian tersebut. Pengukuran tersebut atas beberapa jenis yang secara menyeluruh disebut sebagai pengukuran pembumian. Pengukuran yang disebut di atas adalah pengukuran tahanan pembumian yang bertujuan mengetahui besarnya tahanan pembumian dari beberapa kondisi tanah.

Pada Pengukuran tahanan pembumian ini terdapat 3 tempat pengukuran yaitu pada tanah basah, tanah berpasir dan tanah ladang (kering), pada setiap pengukuran dilakukan dengan menggunakan 1 elektroda batang dengan variabel kedalaman penanaman elektroda. Iap-tiap percobaan dilakukan 3 kali pengulangan agar didapatkan hasil yang terbaik.

Pemilihan Tempat dan Waktu Pengujian

Penelitian ini dilakukan pada tanah berpasir dan tanah ladang (kering) yang bertempat di daerah perumahan de' Villa Marelان Jln. Marelان VII/pasar 1 Tengah, Tanah 600 Medan Marelان. Untuk bahan perbandingan penelitian juga dilakukan pada tanah basah di daerah persawahan Jln. Marelان VII, pasar 1 Tengan, Tanah 600 Medan Marelان.

Elektroda

Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini berupa batang (rod), terbuat dari besi bulat berdiameter 15 mm, merupakan elektroda utama (tes) dengan panjang 1,5 meter, dan 2 (dua) buah elektroda bantu.

Peralatan Pengukuran

Peralatan-peralatan yang diperlukan dalam proses pengukuran tahanan pembumian, antara lain:

1. Eart Tester
Dengan data sebagai berikut:
 - Merk KYORITSU
 - Sumber tenaga: 9 V DC
 - Jenis: *Analog Earth Tester* Model 4102.
 - Eart Tester berfungsi untuk menampilkan nilai tahanan pembumian yang terukur. Earth tester seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Earh Tester Model 4102

2. Elektroda utama (tes) dengan panjang 1,5 meter
3. Elektroda batang bantu
Elektroda bantu berfungsi sebagai pemban ding dari elektroda utama untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian.
4. Meteran
Alat untuk mengukur jarak antar batang elektroda dan kedalaman elektroda yang ditanam.
5. Kabel penghubung
Kabel penghubung berfungsi untuk menghubungkan Earth Tester dengan elektroda uji dan elektroda bantu.
6. Palu atau Martil
Palu atau Martil adalah alat yang berfungsi untuk membantu menanam elektroda ke dalam tanah.

Sistem Pengukuran

Pengukuran resistansi pembumian jenis elektroda batang untuk berbagai perubahan variabel kedalaman menggunakan metode 3 titik dengan menggunakan alat ukur resistansi pembumian yaitu "Earth Tester".

Prosedur Pengukuran

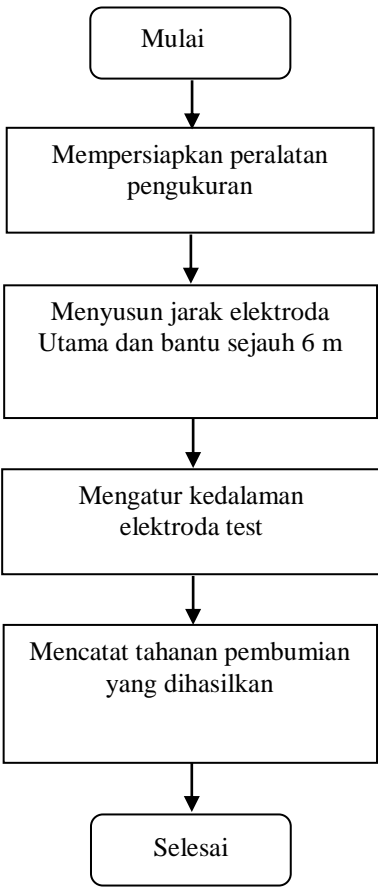
Pengukuran tahanan pembumian elektroda batang dengan kedalaman bervariasi dilakukan dengan 3 kondisi.

Pengukuran tahanan pembumian elektroda batang tunggal dengan kedalaman bervariasi dilakukan dengan tahapan pengukuran sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan.
2. Menentukan jarak antar elektroda yaitu dengan jarak 7 meter.
3. Membuat rangkaian pengujian dengan menanam elektroda utama dan elektroda bantu. Menghubungkan wayar merah, kuning dan hijau dari alat ukur ke elektroda.
4. Menanam elektroda tes (utama) dengan memukul kepala elektroda menggunakan martil secara bertahap.
5. Memeriksa tegangan baterai dengan menekan tombol Off Batt Chek, jika baterai dalam keadaan baik maka jarum akan berada pada daerah baik.
6. Mengecek penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu.
7. Melakukan pengukuran. Mengukur tahanan tanah dengan menekan tombol 1 Ω dan tekan tombol MEAS (pengukuran), jika jarum penunjuk bergerak dengan skala penuh maka tekan tombol 10 Ω atau 100 Ω dan catat hasil yang didapatkan.
8. Mencatat nilai ukur tahanan yang muncul dari alat ukur dengan membaca angka penunjukan jarum.

9. Mengembalikan ke posisi awal
10. Melakukan pengujian tahanan pembedaan untuk kedalaman elektroda utama yang berbeda dengan langkah 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.
11. Tahapan yang sama untuk kondisi tanah yang berbeda.

Diagram alir proses pengukuran tahanan pembedaan dengan elektroda batang tunggal yang ditanam di tanah lokasi daerah perumahan de' Villa Marelan Jln. Marelan VII/pasar 1 Tengah Tanah 600 Medan Marelan dengan tiga kondisi adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir proses pengukuran tahanan Pembedaan dengan elektroda batang tunggal

Analisa dan Pembahasan

Pengukuran tahanan pembedaan yang dilakukan pada 3 kondisi jenis tanah yaitu:

1. Kondisi tanah basah (tanah persawahan).

2. Kondisi tanah berpasir

3. Kondisi tanah ladang (kering)

Data Percobaan

Data-data hasil pengukuran tahanan pembedaan dengan elektroda tunggal yang ditanam di tanah basah (tanah persawahan) dengan kedalaman berbeda ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahanan pembedaan 1 elektroda batang pada tanah basah (tanah persawahan)

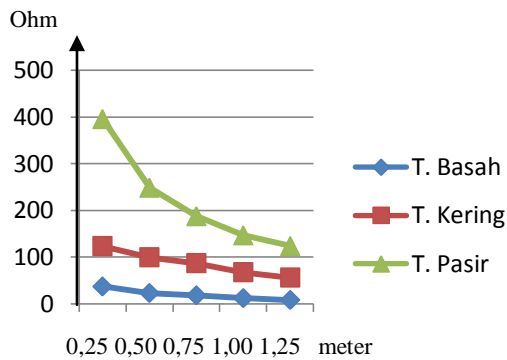
Kedalaman (meter)	Nilai Tahanan (ohm)			Nilai Tahanan pembumian rata-rata (ohm)
	Percobaan			
	I	II	III	
0,25	37	39	35	37
0,50	21	25	23	23
0,75	17	20	16	17,7
1,00	14	13	11	12,7
1,25	8	10	7	8,3

Tabel 3. Tahanan pembedaan 1 elektroda batang pada tanah berpasir

Kedalaman (meter)	Nilai Tahanan (ohm)			Nilai Tahanan pembumihan rata-rata (ohm)
	Percobaan			
	I	II	III	
0,25	376	394	417	395,7
0,50	219	252	275	248,7
0,75	182	189	192	187,7
1,00	148	137	156	147,0
1,25	126	113	137	23,7

Tabel 4. Tahanan pembedaan 1 elektroda batang pada tanah ladang (kering)

Kedalaman (meter)	Nilai Tahanan (ohm)			Nilai Tahanan pembumihan rata-rata (ohm)
	Percobaan			
	I	II	III	
0,25	112	137	121	123
0,50	98	102	99	99,7
0,75	84	91	87	87,3
1,00	68	63	71	67,3
1,25	56	50	62	56



Gambar 2. Grafik Nilai tahanan pbumian Vs kedalaman elektroda

Analisis

Struktur dan karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan sistem pbumian yang akan digunakan. Nilai tahanan jenis tanah harganya bermacam-macam, tergantung pada komposisi tanahnya.

Pengelompokan tahanan jenis tanah dari berbagai macam jenis tanah pada kedalaman tertentu tergantung pada beberapa hal antara lain pengaruh temperature, pengaruh kelembaban dan pengaruh kandungan kimia.

Secara teori untuk tanah pada kondisi tanah yang sama, semakin dalam penanaman elektroda, tahanan tanah dan tahanan jenis tanah akan menurun atau kecil karena semakin dekat dengan air tanah yang berpengaruh dengan kelembaban yang nantinya berpengaruh terhadap konduktivitas.

Semakin dalam kedalaman elektroda yang tertanam maka nilai tahanan pbumian semakin rendah. Hal ini terjadi juga pada semua kondisi tanah yang berbeda-beda (basah, kering dan tanah berpasir), dan grafik hasil pengukuran besar tahanan pbumian dengan kedalaman elektroda untuk tiga kondisi tanah yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa untuk tahanan dengan elektroda tertanam di tanah basah harganya lebih rendah bila dibandingkan dengan elektroda yang di tanah kering (ladang) dan berpasir dikarenakan kelembaban tanah disekitar lebih rendah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran tahanan pbumian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tahanan elektroda pbumian untuk elektroda batang tunggal akan bernilai semakin kecil bila elektroda batang tersebut ditanam semakin dalam dari permukaan tanah untuk ketiga kondisi yang berbeda.
2. Nilai tahanan elektroda pbumian yang bernilai paling kecil untuk elektroda yang tertanam di tanah basah (persawahan), untuk sama-sama kedalaman elektroda 1 meter diperoleh $R = 12,7$ ohm untuk tanah basah, sedangkan untuk tanah kering $R = 67,3$ ohm dan tanah berpasir $R = 147$ ohm, ini disebabkan karena tahanan jenis tanahnya mempunyai harga yang berbeda.
3. Dari ketiga kondisi tanah dapat dibandingkan bahwa tanah basah yang mempunyai harga tahanan pbumian paling kecil.

Daftar Pustaka

- Hutauruk, T.S., 1991, *Pengetanahan netral sistem tenaga dan pengetanahan peralatan*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Metode Pentanahan*. <https://www.andre-electro.blogspot.in>
- Pabla A.S, 1984, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia (PUIL 2000)*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- R. Zoro, 1992, *Proteksi Tegangan Lebih Pada Sistem*, ITB, Bandung.
- Sujana Sapiie dan Nishino Osamu, 1994, *Pengukuran Dan Alat-alat Ukur Listrik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta

(ripple) yang tinggi pada tegangan sangat berbahaya dan rugi panas bagi peralatan elektronik yang sensitif maupun peralatan-peralatan yang dikontrol. Pengubah tegangan (Converter) masih banyak aplikasinya pada penggunaan elektronika daya. Dalam penelitian ini mempelajari tentang *Step-up Cuk* konverter sebagai pembangkit tegangan DC yang di kontrol berbasis *Fuzzy Logic*. *Fuzzy Logic* digunakan dengan 3 fungsi keanggotaan (Membership Function) dan membandingkan kandungan *ripple* tegangan keluaran 5 *Membership Function*. Operator fuzzy yang digunakan adalah *Mandani*. Operator *Mandani* banyak digunakan dalam penelitian – penelitian rangkaian kontrol dengan menggunakan *Fuzzy Logic* karena mengoperasikan secara simulasi sangat mudah dan *familiar* dibandingkan dengan metode Sugeno. Kontroler Fuzzy logic sangat kecil menghasilkan transien dan mencapai kondisi waktu steady state gelombang DC dibandingkan dengan menggunakan controller PI atau PID [Panda, dkk].

